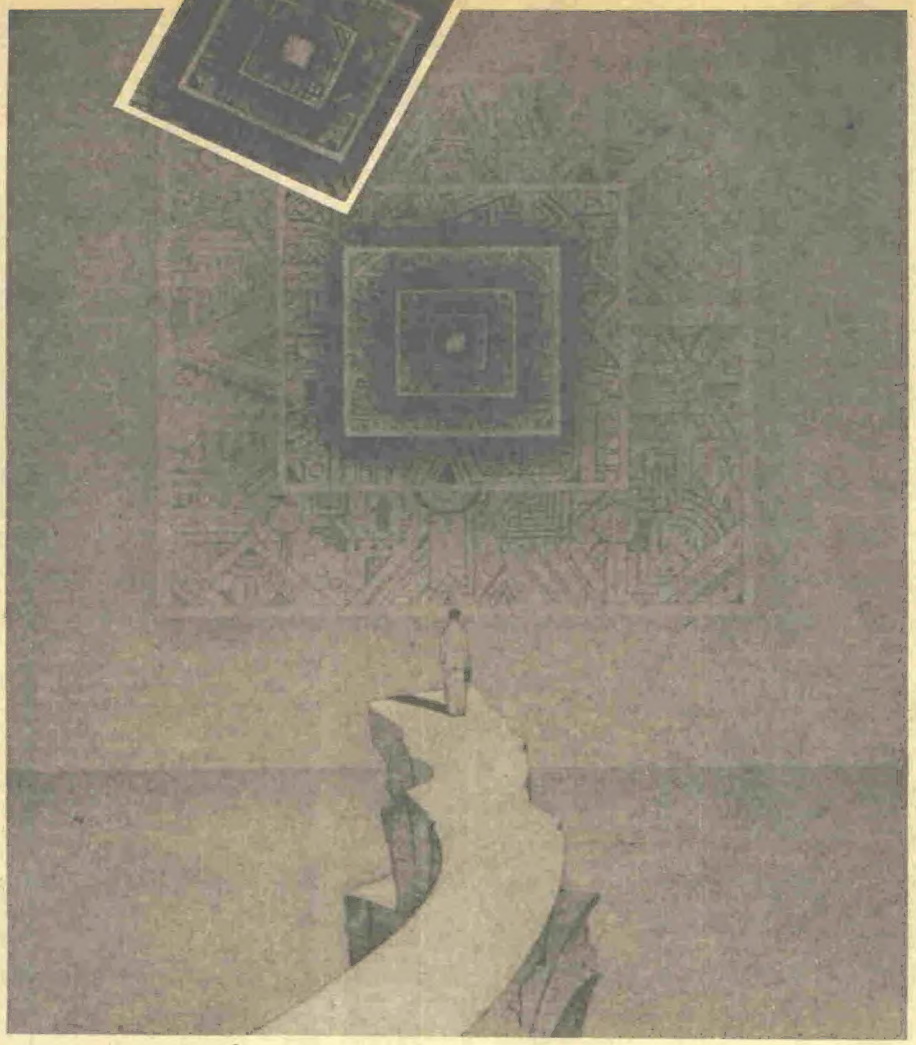


ก้าวแรกของคอมพิวเตอร์ในยุคที่ 5

ฝันที่เริ่มจะเป็นจริง

นับตั้งแต่มนุษย์คิดค้นคอมพิวเตอร์เครื่องแรกไว้ใช้งาน มนุษย์ได้เพียรพยายามเพิ่มประสิทธิภาพขึ้นหลายเท่าพันทวี เพื่อสร้างสรรค์คอมพิวเตอร์ที่มีมันสมองเช่นมนุษย์คนหนึ่ง จากจุดนี้เองที่เป็น...

ยืน ภู่วรวรรณ

เมื่อปลายเดือนพฤศจิกายน 2532 ผู้เขียนได้มีโอกาสไปเยี่ยมชมสถาบันไอคอท หรือที่มีชื่อเป็นภาษาอังกฤษว่า The Institute for New Generation Computer Technology ได้เที่ยวชมกิจการ รวมทั้งผลงานวิจัยเรื่องคอมพิวเตอร์ในยุคที่ห้า ซึ่งผู้เขียนเห็นว่าน่าจะเป็นประโยชน์ต่อนักคอมพิวเตอร์ชาวไทย จึงรวบรวมเขียนขึ้นมาเป็นบทความที่ท่านกำลังอ่านอยู่นี้

ความเป็นมา คอมพิวเตอร์ในยุคก่อน

คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในยุคปัจจุบันมีโครงสร้างที่ยังจำกัดต่อการประมวลผลในด้านต่าง ๆ อยู่อีกมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการประมวลผลความรอบรู้ของมนุษย์ เพื่อให้คอมพิวเตอร์มีความเข้าใจและสื่อสารกับมนุษย์ได้ดียิ่งขึ้น หากจะพิจารณาการประมวลผลที่ผ่านมาพอแยกได้เป็นยุคของการประมวลผลได้หลายยุค

ยุคที่ 1 เป็นยุคสมัยที่เริ่มใช้คอมพิวเตอร์ การประมวลผลเป็นการประมวลผลตัวเลข การประยุกต์ใช้งานเน้นการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ เช่น การคำนวณปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ การคำนวณการทำงานของขีปนาวุธ ฯลฯ คอมพิวเตอร์ในยุคนี้ใช้ภาษาทางด้านการคำนวณ เช่น ฟอร์แทรน เป็นต้น การทำงานจึงเป็นการทำงานแบบแบตช์

ยุคที่ 2 เป็นยุคสมัยการประมวลข่าวสารข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยตัวเลขและข้อความ การประมวลผลสารสนเทศ มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนมากรวมกันเป็นฐานข้อมูล มีระบบการเรียกค้นข้อมูล การประมวลผลแบบออนไลน์ ในยุคนี้มีโปรแกรมสำเร็จรูปออกมาให้ใช้มากมาย ระบบคอมพิวเตอร์ปัจจุบันจัดอยู่ในช่วงนี้

ยุคที่ 3 เป็นยุคของการประมวลผล

ฐานความรอบรู้ เป็นสิ่งที่นักคอมพิวเตอร์ในยุคสมัยใหม่กำลังให้ความสนใจและค้นคว้าวิจัย พยายามหากรรมวิธีในการประมวลผลฐานความรอบรู้ ประยุกต์หลักการทางปัญญาประดิษฐ์กับงานด้านต่าง ๆ เช่นงานประมวลผลภาษาธรรมชาติ งานประมวลผลรูปภาพ เสียง เป็นที่คาดว่าแนวโน้มของการประยุกต์ใช้งานเป็นไปได้อย่างกว้างขวาง

ศาสตร์ทางด้านปัญญาประดิษฐ์จึงเป็นเรื่องที่จะเปลี่ยนแปลงรูปแผนของการประยุกต์ใช้งานในด้านต่าง ๆ การขบคิดหรือแก้ปัญหาทางด้านการประมวลผลความรอบรู้ เพื่อทำให้เครื่องจักรสามารถคิดและทำงานได้ตามแบบอย่างของความคิดมนุษย์

สำหรับการจัดแบ่งคอมพิวเตอร์ออกมาเป็นยุคนั้นแบ่งได้สี่ยุค ซึ่งแต่ละยุคสมัยมีลักษณะพิเศษดังนี้

คอมพิวเตอร์ยุคที่ 1 เริ่มในปี ค.ศ. 1946-1958 เป็นการนำเอาความคิดของนอยแมน (Neumann) มาสร้างเป็นระบบคอมพิวเตอร์ด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในสมัยนั้น เทคโนโลยีทางอิเล็กทรอนิกส์ยุคนั้นใช้หลอดสุญญากาศ การสร้างคอมพิวเตอร์จึงมีขอบเขตที่จำกัดทั้งทางด้านขนาด และความสามารถ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบมาในยุคนั้น ได้แก่ IBM701, UNIVAC 1

คอมพิวเตอร์ยุคที่ 2 เริ่มในปี ค.ศ. 1959-1964 เป็นการใช้เทคโนโลยีทรานซิสเตอร์ โดยพัฒนาทรานซิสเตอร์ให้มีขนาดเล็กลง พัฒนาการทางด้านซอฟต์แวร์ก็ก้าวหน้าขึ้นมาอีกระดับหนึ่ง มีการใช้ภาษาระดับสูง เช่น ฟอร์แทรน โคบอล ตัวอย่างเครื่องคอมพิวเตอร์ในยุคสมัยนี้ได้แก่ IBM7090

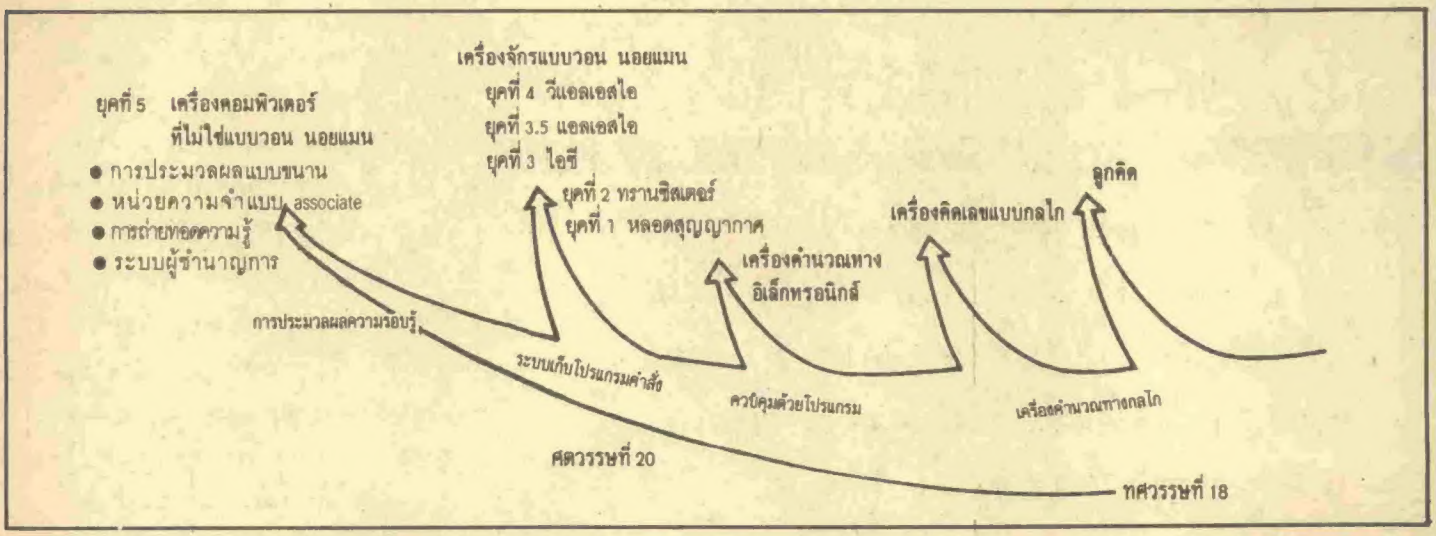
คอมพิวเตอร์ยุคที่ 3 เริ่มในปี ค.ศ. 1964-1970 เริ่มเข้าสู่ยุคของการนำเอาไอซีมาใช้ ทำให้ขนาดของคอมพิวเตอร์เล็กลง มีความจุในเรื่องหน่วยความจำสูงขึ้น การพัฒนาการทางด้านซอฟต์แวร์โดยเฉพาะโปรแกรมจัดระบบงานก้าวรุดหน้าไปมาก การประยุกต์ใช้งานเริ่มขยายวงกว้างขวางขึ้น ตัวอย่างของคอมพิวเตอร์ในยุคนี้คือ IBM360

คอมพิวเตอร์ยุคที่ 3.5 อยู่ระหว่างปี ค.ศ. 1970-1978 หันมาใช้เทคโนโลยีแอลเอสไอ มีการพัฒนาการใช้งานได้ดีขึ้น ระบบการประมวลผลใช้ทั้งแบบมัลติโปรเซสเซอร์ และการกระจายโปรเซสเซอร์ มีการพัฒนาระบบฐานข้อมูล ระบบออนไลน์เชื่อมต่อเทอร์มินัลจำนวนมาก คอมพิวเตอร์ในยุคนี้ได้แก่ IBM370, IBM303X เป็นต้น

คอมพิวเตอร์ยุคที่ 4 อยู่ระหว่างปี ค.ศ. 1979 เป็นต้นมา ใช้เทคโนโลยีวีแอลเอสไอ ทำการเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์เป็นเน็ตเวอร์ก การใช้งานเป็นไปอย่างกว้างขวาง มีการพัฒนาคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กให้มีประสิทธิภาพสูง เช่น เครื่องระดับไมโครคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ในยุคนี้ประกอบด้วย IBM308X ไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ต่าง ๆ ทั้ง 8 บิต 16 บิตที่ใช้ในไมโครคอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์ยุคที่ 5 เป็นความฝันและความต้องการของนักคอมพิวเตอร์ที่จะสร้างกลไกการถ่ายทอดความรู้ (inference) การพัฒนาในยุคนี้จะเริ่มต่อไปในอนาคต

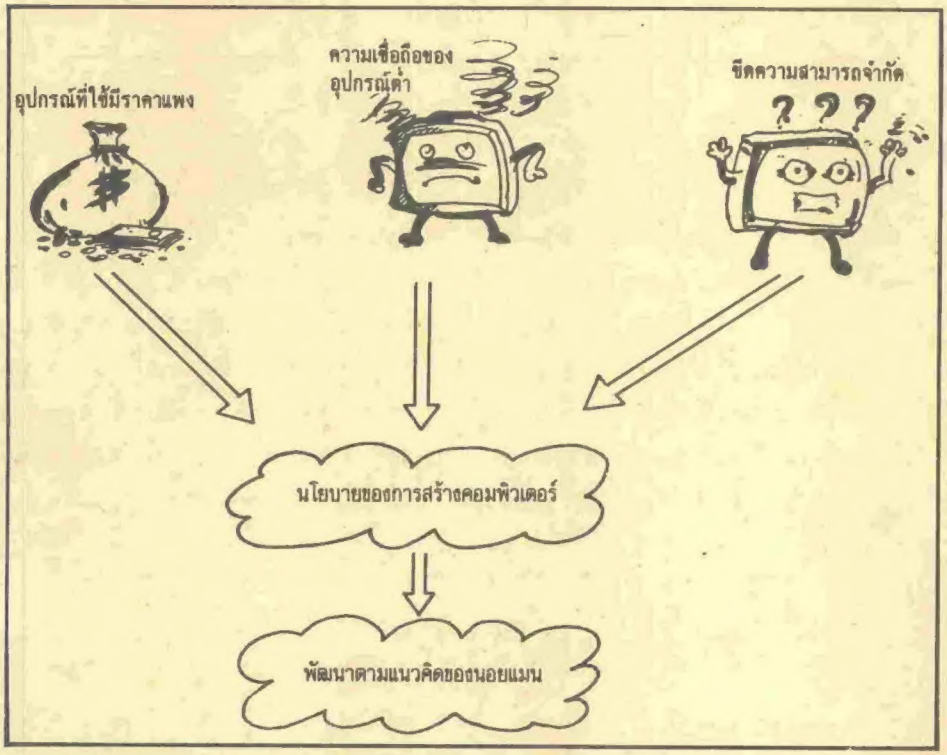
หากพิจารณาสายงานการพัฒนาตั้งแต่อดีตและแนวโน้มต่อไป พอจะเขียนออกมาเป็นแผนผังสายการพัฒนาได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การแตกแขนงของเทคโนโลยี

ทำไมต้องใช้ทฤษฎีคอมพิวเตอร์แบบนอยแมน

นับจากโบราณกาลการผันแปรของเทคโนโลยีได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก มนุษย์ใช้เครื่องมือกลมาทำอุปกรณ์เครื่องคำนวณ เช่น ลูกคิด เครื่องคำนวณแบบปาสคาล ครั้นเวลาล่วงเลยมาถึงนอยแมนที่ใช้ได้ดีก็คือ แต่เดิมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่นำมาประกอบคอมพิวเตอร์นั้นมีราคาแพง ขาดความน่าเชื่อถือ ประกอบกับขีดความสามารถของตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น หลอดสุญญากาศมีประสิทธิภาพยังไม่ดีพอ ดังนั้นการออกแบบทางฮาร์ดแวร์จึงต้องอยู่ในกรอบข้อจำกัดเหล่านี้ คอมพิวเตอร์แบบนอยแมนจึงเหมาะสมกว่า (ดังรูปที่ 2)



รูปที่ 2 ต้นกำเนิดความคิดของวอน นอยแมน

ยุคคอมพิวเตอร์ เราเริ่มรู้จักกับหลักการของนอยแมน และได้ยึดถือเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาตามวิธีการนี้มาตลอดตั้งแต่คอมพิวเตอร์ในยุคที่ 1 จนถึงยุคที่ 4

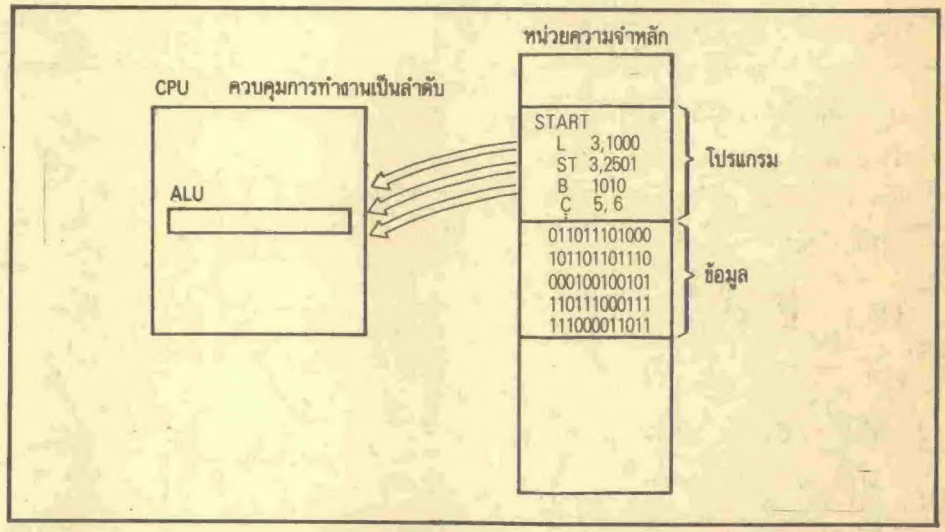
แนวความคิดแบบนอยแมนนั้นได้รับการยอมรับในเรื่องของการประยุกต์เข้ามาใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งแต่ยุคต้นจนถึงปัจจุบัน สาเหตุที่โมเดลของนอยแมนประสบผลสำเร็จเป็นที่ยอมรับและได้พัฒนาสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบนี้มาตลอด ข้อเด่นของ

โมเดลของนอยแมน

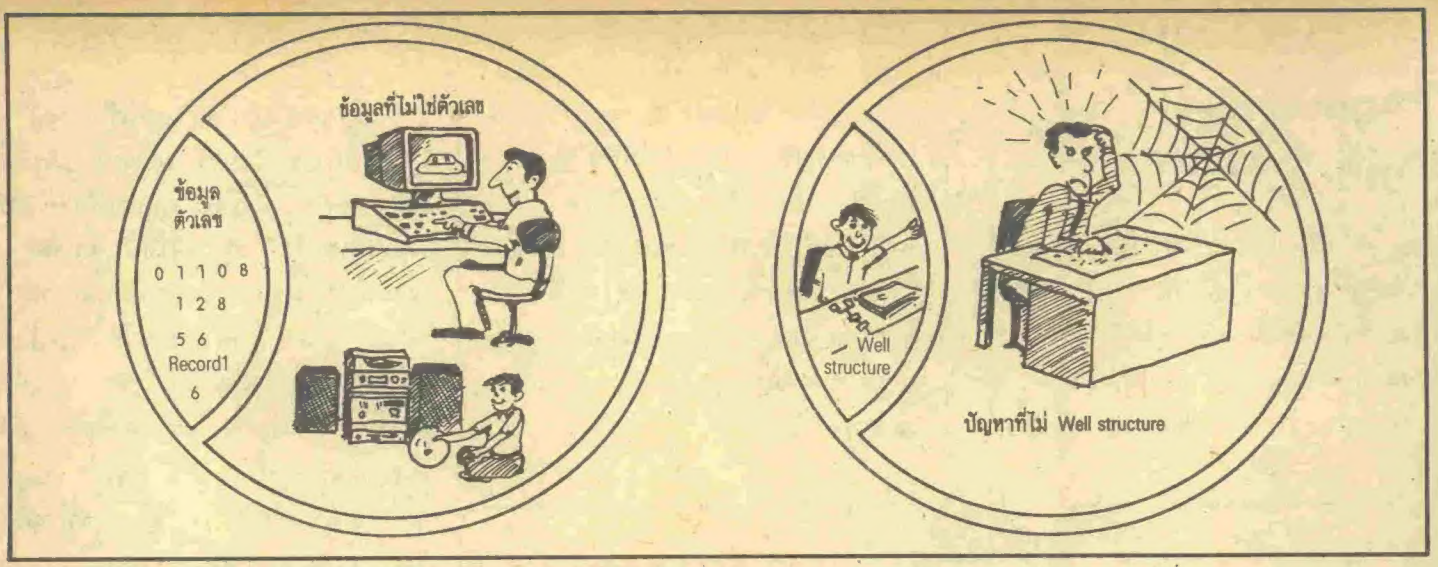
ผู้เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันพบว่า การเขียนโปรแกรมควรจะให้คอมพิวเตอร์ทำงานแบบเรียงลำดับ โดยนำเอาโปรแกรมที่เขียนขึ้นนี้เก็บเข้าหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ก่อน หลังจากนั้นซีพียูจะอ่านคำสั่งในหน่วยความจำทีละคำสั่ง แล้วตีความและกระทำตาม การทำงานของคอมพิวเตอร์ในลักษณะดังกล่าว เรียกว่าระบบ store program ซึ่งก็เป็นไปตามโมเดลที่นอยแมนเสนอมา ดูรูปที่ 3 ประกอบ

ความจริงแล้วคอมพิวเตอร์ช่วยได้น้อยนิด

คอมพิวเตอร์ตั้งแต่ยุคแรกจนถึงยุคที่สี่ยึดหลักการทำงานแบบตัวเลข ซึ่งมีข้อจำกัดในการทำงานมาก เพราะการที่เราต้องสร้างรหัสในรูปดิจิตอลเพื่อแทนข้อมูล ทำให้การแทนข้อมูลอยู่ในกรอบที่จำกัด เช่น ตัวอักษร ตัวเลข การทำงานยังต้องอาศัยหน่วยความจำเพื่อเก็บชุดคำสั่งตามโมเดลของนอยแมน ประจวบกับความเร็วในการทำงานของคอมพิวเตอร์มีขอบเขตจำกัด จึงทำให้



รูปที่ 3 คอมพิวเตอร์ตามหลักการของวอน นอยแมน



รูปที่ 4 งานอีกมากที่คอมพิวเตอร์ยังไม่สามารถทำให้ได้

การประมวลผลปัญหาในโลกใช้ได้กับข้อมูลที่เป็นตัวเลข เรามักจะพบว่าข้อมูลจำนวนมากที่คอมพิวเตอร์ไม่สามารถประมวลผลได้ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับภาพ เสียง กลิ่น เป็นต้น การแทนข้อมูลของสิ่งของหลายอย่างที่จะทำการประมวลผลเป็นเรื่องยาก เช่น จะถามคอมพิวเตอร์ว่า ภาพนี้สวยไหม? หรือถามว่าเพลงนี้ไพเราะไหม? คอมพิวเตอร์จะรู้ได้อย่างไร

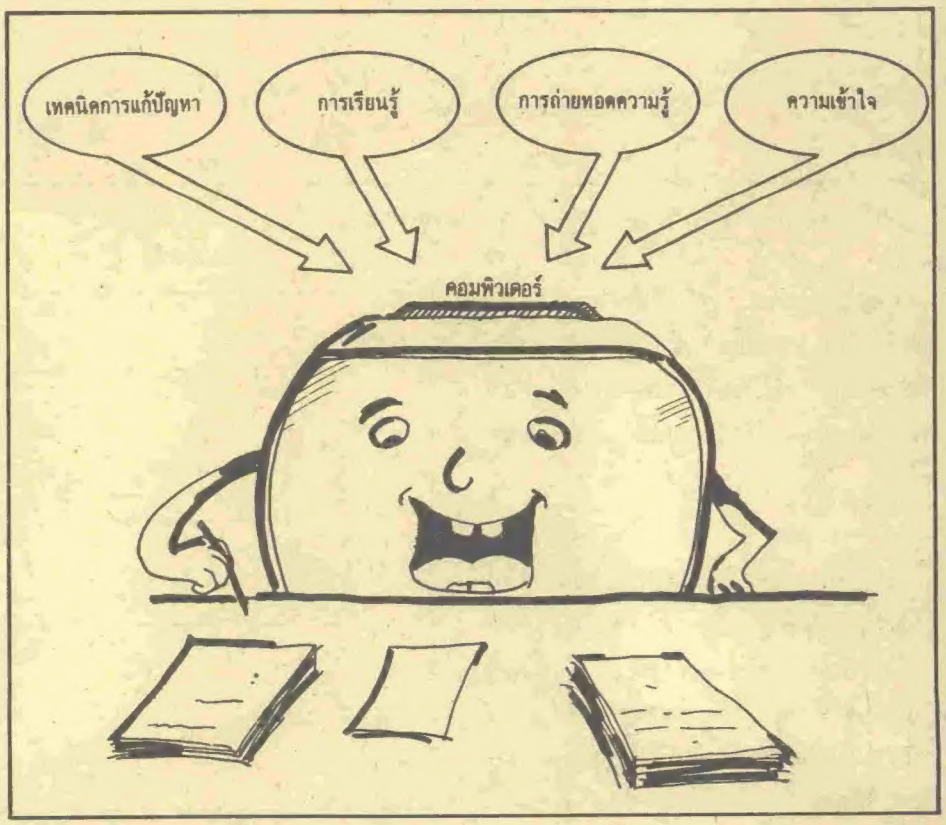
นอกจากการที่จะแทนข้อมูลแล้ว ในรูปที่ 4 เราพบว่าปัญหาที่คอมพิวเตอร์สามารถประมวลผลได้จะต้องมีโครงสร้างแน่นอนที่เราเรียกว่า well structure แต่ปัญหาต่าง ๆ นานาในโลกนี้ส่วนใหญ่เป็นปัญหาที่ไม่ well structure เช่น การแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคน เกี่ยวกับการบริหารงาน เป็นต้น หรือลองนึกดูว่างานที่มนุษย์หาทางแก้ปัญหาอยู่ทุกวันนี้อะไรบ้างที่คอมพิวเตอร์ทำให้ไม่ได้

ปัญญาคืออะไร

หากจะถามว่าสติปัญญาของมนุษย์เกิดขึ้นได้อย่างไร มีรูปแบบอย่างไร ทำไมจึงกล่าวได้ว่า คนหนึ่งเก่งกว่าอีกคนหนึ่ง สติปัญญาเป็นเรื่องที่ยากจะหาตัวกลไกใดมาวัดได้ และยากที่จะบอกได้ว่ามันคืออะไร หากเรารู้ว่าปัญญาคืออะไรแล้ว เราก็คงจะสร้างคอมพิวเตอร์ให้มีความคิดเหมือนมนุษย์ได้

คอมพิวเตอร์เป็นวิชาการที่มนุษย์พยายามใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ งานวิจัยในระยะหลังนิยมใช้คอมพิวเตอร์ไปในแนวทางที่มีความคิดความอ่านเหมือนมนุษย์ จึงเป็นที่มาของวิชาการที่ชื่อว่า "ปัญญาประดิษฐ์" (Artificial Intelligence)

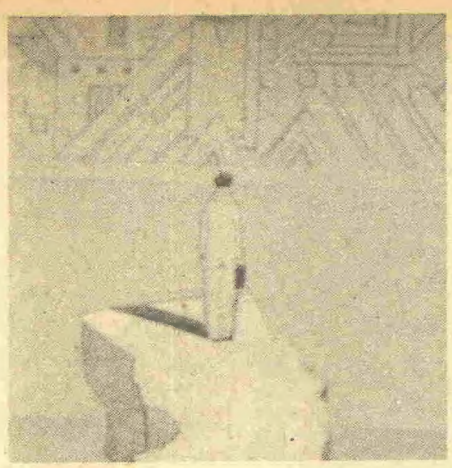
ขอบข่ายของปัญญาจึงรวมเอาวิธีการที่มีผู้พยายามศึกษาในด้านต่าง ๆ เข้ามาใช้ร่วมกัน เช่น เทคนิควิธีการแก้ปัญหา การเรียนรู้ การถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ รูปที่ 5 จะแสดงให้เห็นภาพที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

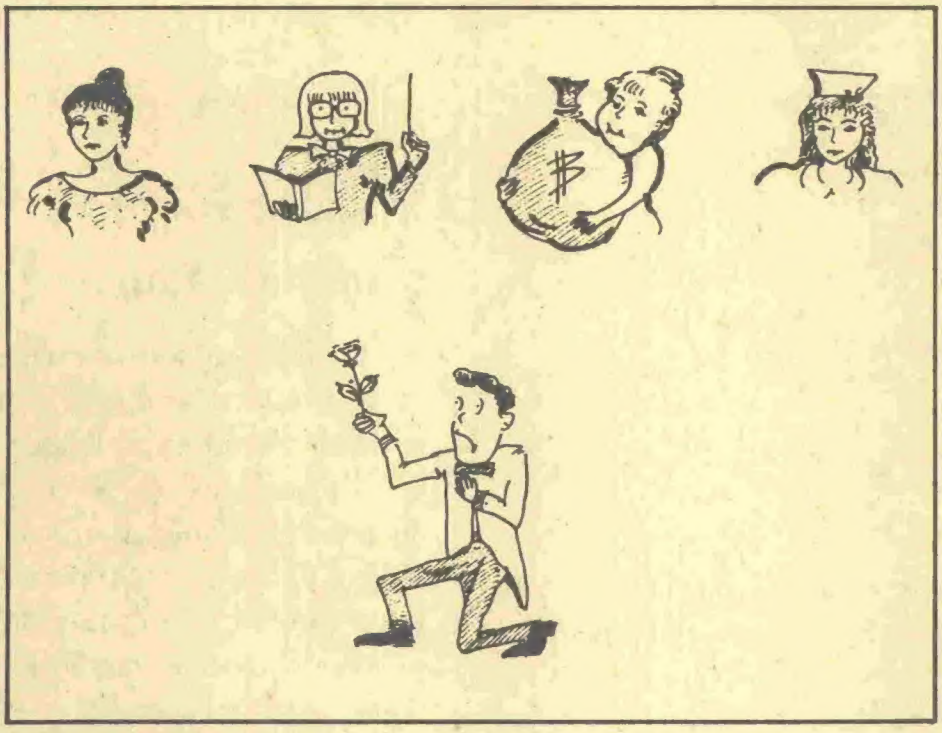


รูปที่ 5 ปัญญาประดิษฐ์

จุดกำเนิดของคอมพิวเตอร์ยุคที่ 5

จากที่กล่าวแล้วว่าคอมพิวเตอร์แบบนอยแมนมีวิวัฒนาการมาจนถึงยุคที่ 4 แต่ก็ยังสามารถประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ ได้จำกัด งานของคอมพิวเตอร์ที่ผ่านมาเน้นการประมวลผลระบบสารสนเทศและข้อมูลที่เป็นตัวเลขเป็นส่วนใหญ่เท่านั้น เนื่องจากขอบเขตอันจำกัดของการประมวลผลแบบลำดับและขนาดความจุของหน่วยความจำ ทำให้เกิดวิธีการคิดค้นระบบคอมพิวเตอร์ใหม่ แน่นอนที่สุดเราจึงต้องคิดหาโครงสร้างสถาปัตยกรรมใหม่เพื่อให้คอมพิวเตอร์ใช้งานกับปัญญาประดิษฐ์ได้ดี สาเหตุนี้เองที่กลายเป็นการเริ่มต้นแนวความคิดของคอมพิวเตอร์ในยุคที่ 5





รูปที่ 6 เลือกเจ้าสาวคนไหนดีนะ?

การแข่งขันกันในด้านงานพัฒนาเป็นไปอย่างจริงจัง กลุ่มบริษัทยักษ์ใหญ่ในสหรัฐอเมริกาได้ทุ่มทุนจำนวนมหาศาลในการค้นคิดคอมพิวเตอร์ที่จะนำมาประยุกต์ในงานด้านปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งจะประกอบด้วยอะไรนั้น ลองดูรูปที่ 7 ประกอบ ส่วนประเทศญี่ปุ่นได้มีการตั้งสถาบันวิจัยและพัฒนาคอมพิวเตอร์ยุคใหม่ขึ้น ประวัติความเป็นมาของงานค้นคว้าทางด้านปัญญาประดิษฐ์นั้นมีมานานพอสมควร อาจสรุปได้ดังนี้

ปี ค.ศ. 1956 ได้มีการเสนอแนวความคิดเกี่ยวกับ AI ในที่ประชุมวิชาการที่ Dartmouth

ปี ค.ศ. 1970 ได้มีการแนะนำหลักการของระบบผู้ชำนาญการ

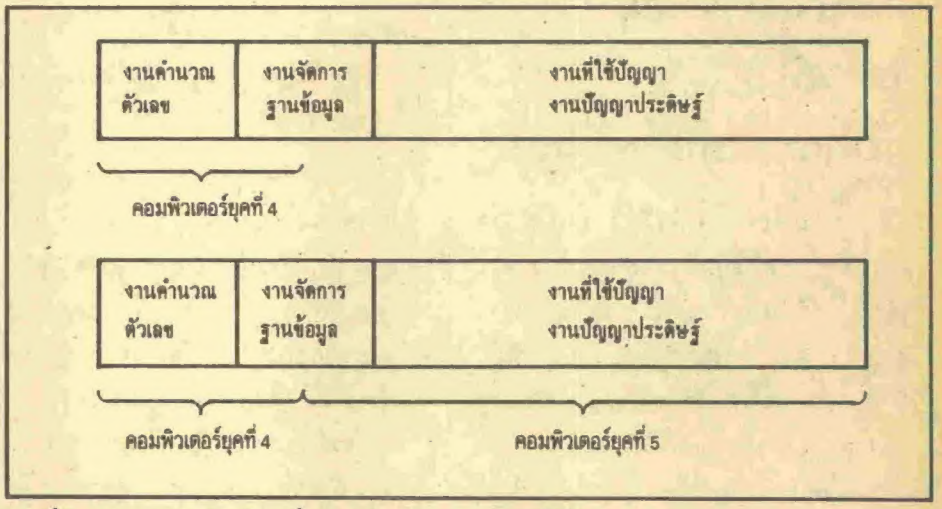
ปี ค.ศ. 1971 ระบบผู้ชำนาญการชื่อ DENDRAL

ปี ค.ศ. 1975 ระบบผู้ชำนาญการชื่อ MYCIN

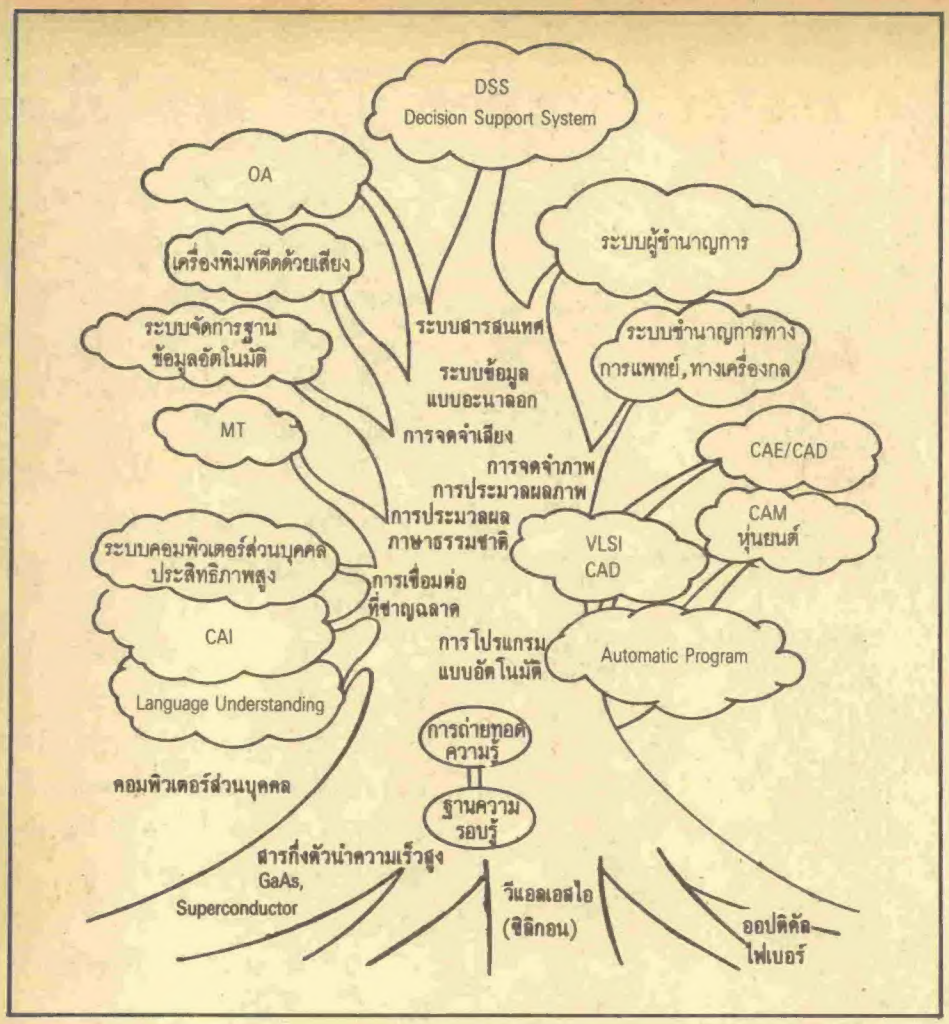
ปี ค.ศ. 1980 เริ่มยุค AI บริษัทในสหรัฐอเมริกาหลายบริษัทพัฒนางาน AI เป็นการค้า มีการสร้าง AI Machine เป็นแนวความคิดของคอมพิวเตอร์ยุคใหม่

ปี ค.ศ. 1982 ญี่ปุ่นตั้งสถาบัน ICOT

สถาบัน ICOT นี้รัฐบาลญี่ปุ่นเป็นผู้จัดตั้ง โดยการนำของกระทรวงการค้าระหว่างประเทศและอุตสาหกรรม หรือที่เรียกย่อ ๆ ว่ามิติ ร่วมกับบริษัทชั้นนำที่ทำการผลิตคอมพิวเตอร์ 8 บริษัท ดังรายนามต่อไปนี้คือ บริษัท ฟูจิตสึ ฮิตาชิ เอ็นอีซี โตชิบา มิตซูบิชิ โอกิ



รูปที่ 7 คอมพิวเตอร์ยุคที่ 5 กับการประยุกต์ใช้งาน



รูปที่ 8 ผลของคอมพิวเตอร์ในยุคที่ห้า

ชาร์ป และเนชั่นแนล ตลอดจนมหาวิทยาลัยชั้นนำของประเทศอีกหลายแห่ง เช่น โตเกียว และเกียวโต ดำเนินงานวิจัยอย่างต่อเนื่องและแบ่งหน้าที่กันชัดเจน

การประยุกต์คอมพิวเตอร์ในยุคที่ 5 กับผลกระทบต่อสังคม

เป็นที่เชื่อแน่ว่าโลกเราเมื่อย่างเข้าสู่ปี ค.ศ. 2000 จะประกอบด้วยเทคโนโลยีชั้นสูงหลายอย่างที่เป็นผลพวงจากการพัฒนาคอมพิวเตอร์ในยุคที่ห้านี่แหละ งานทางด้านปัญญาประดิษฐ์สามารถนำมาประยุกต์ได้มากมาย ผู้คนจะมีชีวิตและเกี่ยวข้องกับระบบคอมพิวเตอร์และข่าวสารข้อมูลมากขึ้น งานที่งอกเงยจากคอมพิวเตอร์ยุคใหม่นี้ล้วนแล้วแต่จะเป็นงานที่มนุษย์ตั้งความหวังไว้ทั้งสิ้น พิจารณาจากรูปที่ 8 ซึ่งฐานของผลพวงเกิดจากลำต้นที่มีรากฐานมาจากสาขาต่าง ๆ ต้นไม้แห่งความสำเร็จนี้เปรียบเสมือนเทคโนโลยีที่เป็นผลประโยชน์จากการค้นคว้าวิจัย ส่วนดอกผลที่เกิดขึ้นจะแปรสภาพเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่จะมีผลในยุคต่อไป

งานที่จะมีผลกระทบต่อความสำเร็จประกอบด้วย

- คอมพิวเตอร์ช่วยในงานออกแบบทางด้านวิศวกรรม และสถาปัตยกรรม
- งานเกี่ยวกับการผลิต เช่น หุ่นยนต์ อุตสาหกรรมที่ทำงานแทนคนในสภาวะแวดล้อมที่คนไม่อยากทำงาน
- งานพัฒนา เช่น ระบบผู้ชำนาญการสาขาต่าง ๆ การสร้างฐานความรู้
- งานในสำนักงานที่จะเป็นสำนักงานอัตโนมัติเต็มรูปแบบ
- งานซ่อมบำรุงเครื่องจักรเครื่องมือหรือการตรวจซ่อมอย่างอัตโนมัติ
- งานทางด้านการศึกษา ระบบการนำความรู้มาใช้ประโยชน์ เช่น งาน CAI
- งานทางด้านการแพทย์ อนามัย สาธารณสุข
- งานเกี่ยวกับการขนส่งและการสื่อสารมีระบบแปลภาษาจากภาษาหนึ่งไปเป็นอีกภาษาหนึ่งได้อย่างอัตโนมัติ
- งานจัดการข้อมูลข่าวสารขนาดใหญ่
- งานที่ต้องใช้วิธีการเชื่อมโยงระหว่างคนกับเครื่องจักรจะเป็นไปได้ง่ายและสะดวกขึ้น

โครงสร้างพื้นฐานระบบการใช้ความรอบรู้

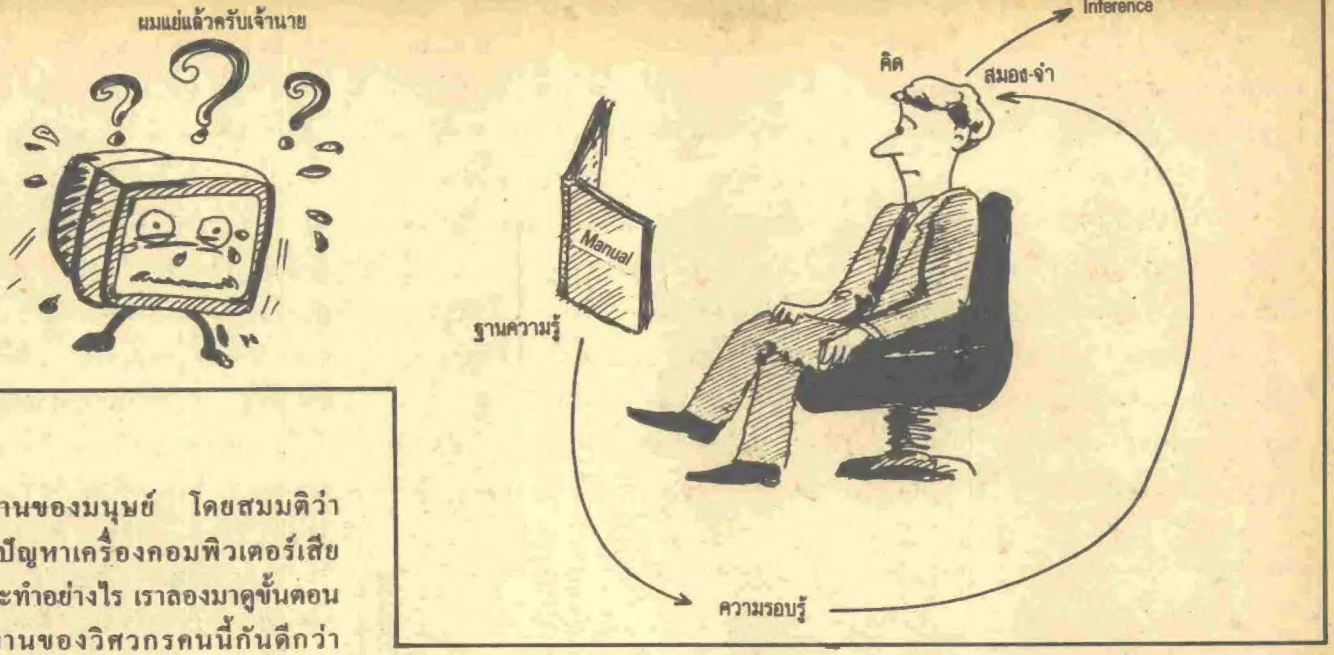
โครงสร้างพื้นฐานในระบบปัญญาประดิษฐ์ที่เน้นการใช้ฐานความรู้ต้องประกอบด้วยส่วนสำคัญสามส่วนคือ

ส่วนของฐานข้อมูลความรอบรู้ เป็นแหล่งเก็บรวบรวมความรอบรู้ต่าง ๆ เข้าไว้อย่างมีระบบ ในระบบคอมพิวเตอร์ยุคแรกถึงยุคที่สี่จะเก็บข้อมูลเข้าเป็นฐานข้อมูลโดยมีการจัดรูปโครงเป็นแฟ้มข้อมูล แต่กรณีของคอมพิวเตอร์ในยุคที่ห้าแบ่งกลุ่มให้ความรอบรู้เหล่านั้นอยู่รวมกันภายในฐานในลักษณะที่มีความเกี่ยวโยงหรือสัมพันธ์กันเหมือนกับเก็บอยู่ในสมองมนุษย์

ขบวนการถ่ายทอดความรู้ (inference function) เป็นการนำเอาความรู้ที่เก็บไว้ในฐานมาประมวลและหาทางนำไปตอบคำถามในสิ่งที่ต้องการ หรือเรียกได้ว่าเป็นการเรียกความรู้นั้นมาใช้

ส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้ เป็นส่วนที่จะให้ผู้ใช้ติดต่อได้ด้วยวิธีการหรือทำความเข้าใจได้ง่าย

หากจะเปรียบเทียบกลไกทั้งหมดเพื่อความเข้าใจง่ายขึ้น คงเปรียบได้กับ



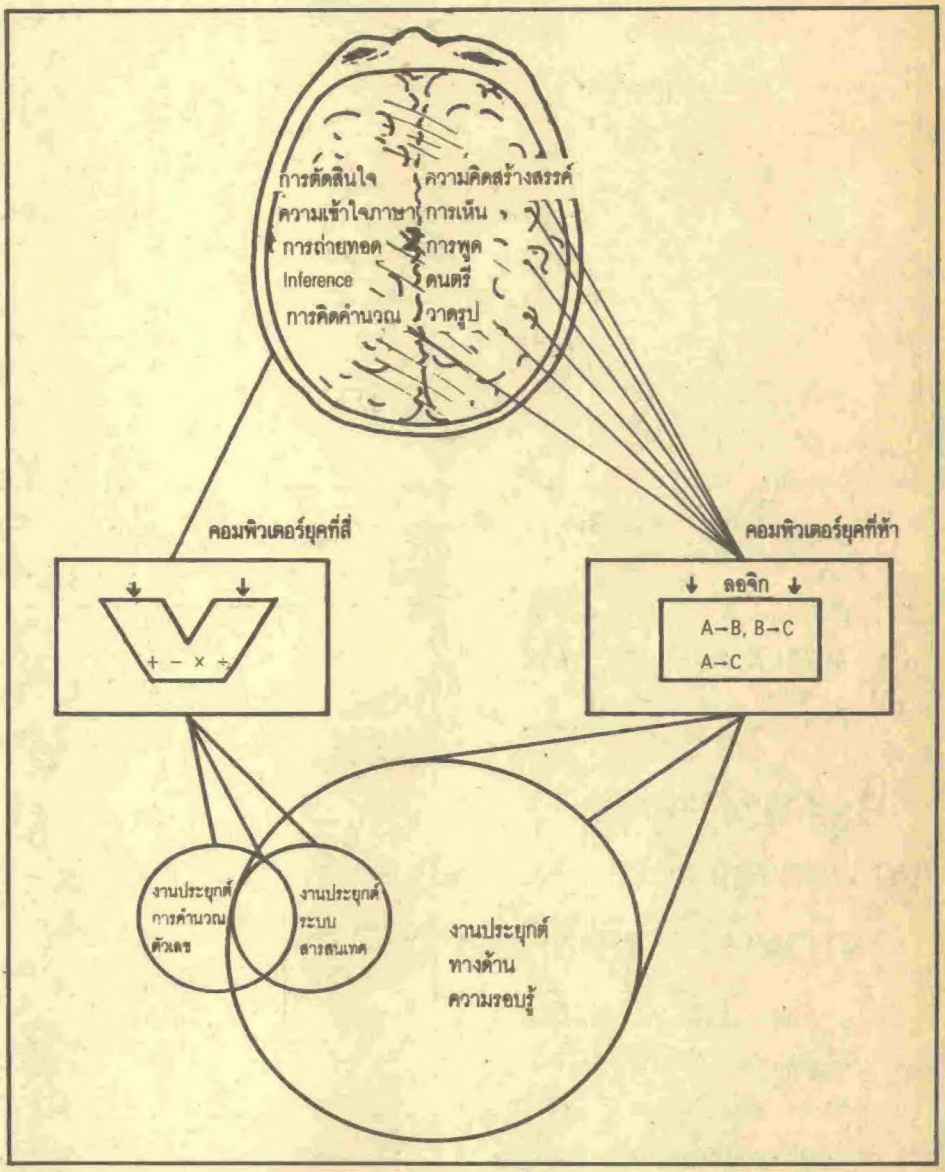
รูปที่ ๑

การทำงานของมนุษย์ โดยสมมติว่าหากพบปัญหาเครื่องคอมพิวเตอร์เสีย วิศวกรจะทำอย่างไร เราลองมาดูขั้นตอนการทำงานของวิศวกรคนนี้กันดีกว่า (รูปที่ ๑)

วิศวกรคนนี้เริ่มจากการหยิบฐานความรู้ขึ้นมา คือคู่มือเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วเริ่มต้นอ่านเพื่อศึกษา วิศวกรจะต้องทำความเข้าใจกับความรอบรู้และหาทางถ่ายทอดความรู้ที่ได้ออกมา จากนั้นก็นำไปใช้ในการซ่อมแซม

ด้วยความคิดของการแก้ปัญหาดังกรณีที่กล่าวมานี้ การถ่ายทอดความรู้ (inference) จึงแตกต่างจากการคิดคำนวณอย่างมาก กลไกการถ่ายทอดความรู้จึงไม่เหมือนกับการคิดคำนวณว่า 2 + 2 = 4 แต่ความรู้ที่เกิดขึ้นจะต้องหาวิธีการในการที่จะผูกพันกัน คิดหาเหตุผล หาสิ่งที่เหมาะสม เหมือนประหนึ่ง เมื่ออ่านตำราแล้วต้องคิดว่าจะเอามาใช้ได้อย่างไร คอมพิวเตอร์ในยุคที่ ๕ จะต้องทำงานได้เหมือนสมองมนุษย์ ซึ่งแตกต่างจากการคิดคำนวณโดยสิ้นเชิง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 10

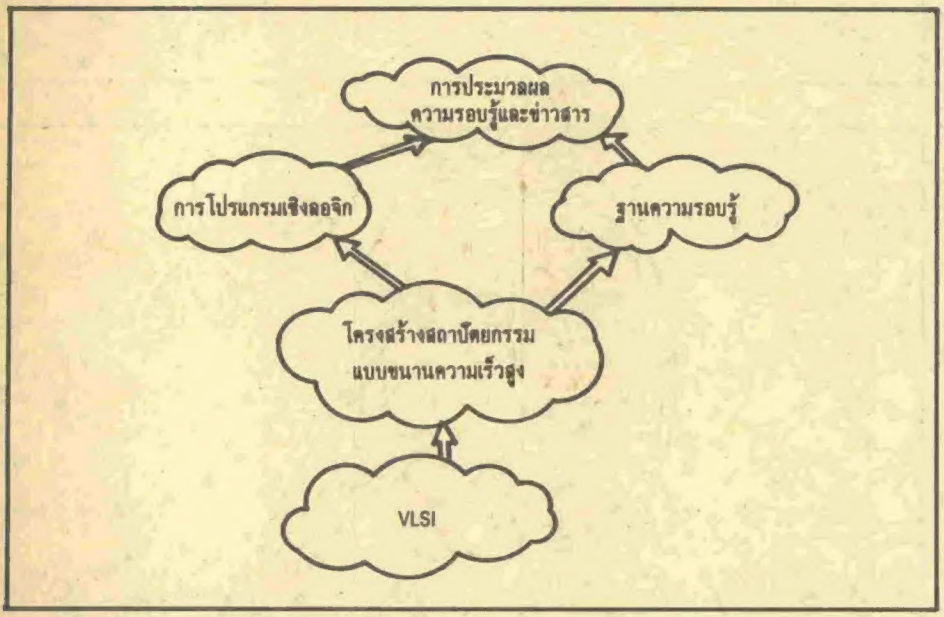
ด้วยเหตุที่กรรมวิธีการประมวลผลความรอบรู้แตกต่างจากการประมวลผลทางตัวเลข โครงสร้างสถาปัตยกรรมของคอมพิวเตอร์จึงต้องแตกต่างจากแนวคิดของวอน นอยแมนที่ใช้กันมาจนถึงคอมพิวเตอร์ในยุคที่สี่ โครงการคอมพิวเตอร์ยุคที่ห้าของ ICOT ใช้หลักเกณฑ์การโปรแกรมเชิงลอจิกเพื่อ



รูปที่ 10 ความคิดของคอมพิวเตอร์ในยุคที่ห้า

หาทางสร้างเครื่องจักรสำหรับ AI โดยเฉพาะ ในที่นี้อาจเรียกว่าโปรลือกแมชีน หรือทางประเทศสหรัฐอเมริกาสนใจการประมวลผล AI ด้วย LISP อาจจะเรียกว่าลิสป์แมชีนก็ได้

การประมวลผลความรอบรู้ต้องอาศัยความรวดเร็วของเครื่องจักรสูงกว่าเดิมมาก ด้วยเหตุนี้การใช้งานเครื่องสมัยปัจจุบันจึงไม่เหมาะสม โครงสร้างสถาปัตยกรรมของเครื่องจักรสมัยใหม่จะใช้เครื่องจักรที่มีส่วนประสานสัมพันธ์กับเทคโนโลยีวีแอลเอสไอ โครงสร้างของเครื่องคอมพิวเตอร์ในยุคที่ห้าจึงประกอบเป็นลำดับหรือชิ้นส่วนได้ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 โครงสร้างการพัฒนาคอมพิวเตอร์ในยุคที่ห้า

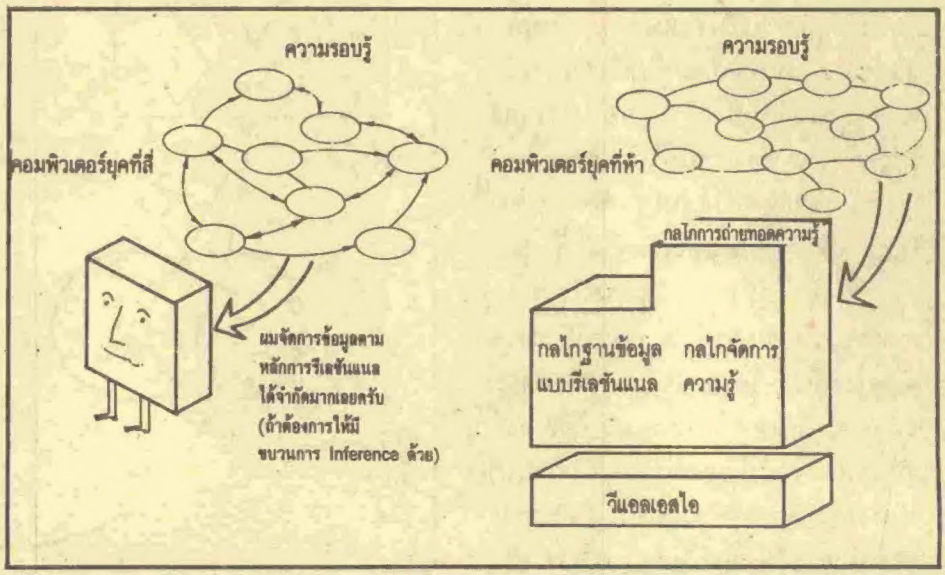
โครงสร้างฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ในยุคที่ห้า

หากพิจารณาถึงแนวความคิดในการแก้ปัญหา AI ที่มีมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ทั้งที่เรียกว่า propositional logic และ predicate logic จะมีแนวความคิดส่อให้เห็นวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ อยู่มาก การสร้างโมเดลของข้อมูลแบบรีเลชันแนลส่งผลให้เกิดการจัดการฐานข้อมูลในแบบที่ใช้งานได้กว้างขวางเกิดระบบ DBMS ที่เป็นมาตรฐาน เช่น SQL และโปรแกรม DBMS ที่รู้จักกันทั่วไป เช่น โอราเคิล (Oracle) ยูนิไฟ (Unify) ฯลฯ อย่างไรก็ดีการจัดการข้อมูลเหล่านั้นก็ยังกระทำภายใต้เงื่อนไขของเครื่องคอมพิวเตอร์ในยุคที่สี่ ซึ่งส่วนของระบบจัดการฐานข้อมูลนั้นยังขาดขบวนการที่เรียกว่า inference engin ดังเช่นในภาษาโปรลือก แต่ถ้านำโปรลือกมาใช้ในระบบจัดการฐานข้อมูลแบบรีเลชัน ซึ่งสามารถจัดการฐานข้อมูลแบบรีเลชันได้ดี แต่เนื่องจากคอมพิวเตอร์ที่ใช้ถูกจำกัดตามโมเดลของวอน นอยแมน ดังนั้นการประมวลผลตามภาษาโปรลือกจากยุคแรกถึงยุคที่สี่จึงจำกัดด้วยโมเดลข้อมูลที่จัดการกับหน่วยความจำหลักเท่านั้น ประกอบกับการขยายการค้นหาของภาษาโปรลือกทำได้ช้า จึงเกิดแนวความคิดที่นำเอาข้อดีของภาษาโปรลือกมาใช้จัดการฐานความรู้ที่มีโครงสร้างรีเลชันแนลตามโครงสร้างซีแมนติกเน็ตเวอร์กโดยใช้โครงสร้างฮาร์ดแวร์ใหม่ รูปที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบวิธีการจัดการข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ในยุคที่ 4 และ 5

ด้วยเหตุนี้เองจึงจำเป็นต้องหาโครงสร้างฮาร์ดแวร์ใหม่เพื่อลดข้อจำกัดการจัดการฐานความรู้นี้เสีย การสร้างฮาร์ดแวร์ใหม่นี้เองเป็นที่มาของการสร้างคอมพิวเตอร์ตามแนวความต้องการเฉพาะที่จะใช้ในงานด้านปัญญาประดิษฐ์

อะไรคือฐานความรู้และขบวนการถ่ายทอด

หากจะถามใครสักคนหนึ่งซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์ว่า



รูปที่ 12 ความจำเป็นของการมีคอมพิวเตอร์ยุคที่ห้าที่เป็นยุคไฮเทค

"คอมพิวเตอร์คืออะไร?"

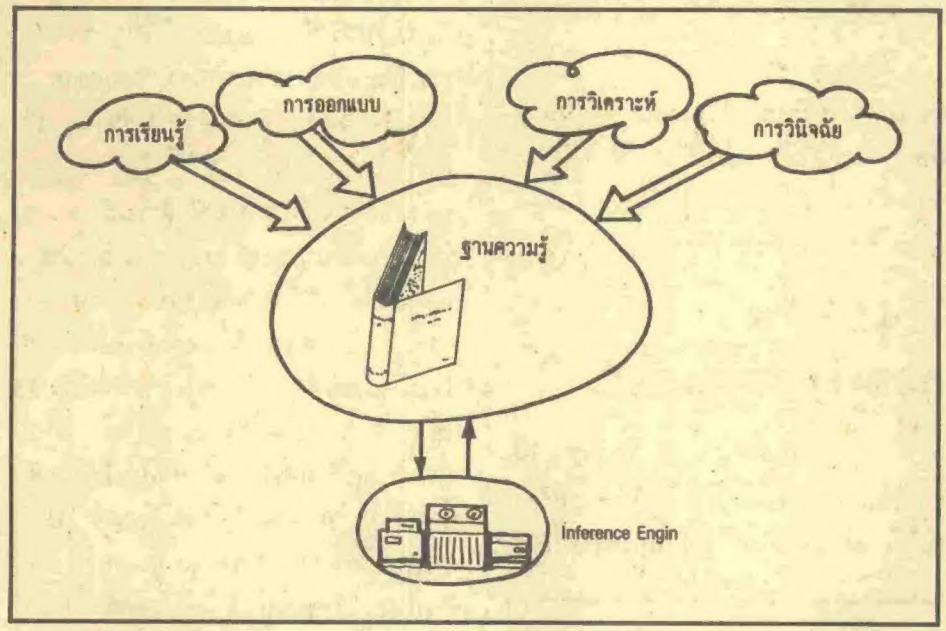
คำตอบที่ได้จะเป็นอย่างไร เขาใช้หลักเกณฑ์อะไรมาตอบ เอาความรู้หรือเรื่องที่เกี่ยวข้องอย่างไรมาตอบ และหากสมมติว่าพจนานุกรมเป็นแหล่งรวบรวมความรู้หรือเป็นเสมือนฐานความรอบรู้ การหาคำตอบก็คงจะได้จากการเปิดค้นในฐานความรู้ ลองดูว่าจะได้คำตอบอะไรจากพจนานุกรมในเรื่องความหมายของคอมพิวเตอร์บ้าง

พจนานุกรมฉบับ Webster

Computer

Any of several devices for making rapid calculation in navigation or **gunnery**

รูปที่ 13 ขบวนการที่กระทำด้วยความรู้



Gunnery

A part of military science that deals with the flight of **projectile**

Projectile

A missile for a firearm, cannon, or other weapon.

ลองสังเกตความเชื่อมโยงในเชิงความหมายของคำต่าง ๆ ที่จะส่งผลในเรื่องการเชื่อมต่อทางความรู้ ขบวนการถ่ายทอดที่ดึงความรู้ต่อเนื่องกันออกมานี้แหละคือการ infer การนำความรู้มาใช้จึงเป็นกลไกที่จะต้องหาวิธีการที่จะทำให้เกิดขึ้นได้ การประยุกต์ใช้ฐานความรู้จึงต้องประกอบด้วยขบวนการหลายอย่าง โดยปกติฐานความรู้จะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยขบวนการเรียนรู้ การออกแบบ การวิเคราะห์ และวินิจฉัยความรอบรู้นั้น (ดูรูปที่ 13 ประกอบ)

โปรล็อกภาษาหลักในคอมพิวเตอร์ยุคที่ห้า

จากการสร้างฮาร์ดแวร์พิเศษของคอมพิวเตอร์ในยุคที่ห้าเพื่อให้ใช้งานได้เหมาะสมกับภาษาโปรล็อก ในการจัดการฐานความรู้ขนาดใหญ่และทำงานได้รวดเร็วจึงจัดโครงสร้างของเครื่องในรูปแบบที่เรียกว่า PSI Machine ซึ่งย่อมาจาก Parallel Sequential Inference การดำเนินการในลักษณะ inference engin จะกระทำในระดับฮาร์ดแวร์เท่านั้น มิได้เป็นระดับซอฟต์แวร์เหมือนคอมพิวเตอร์ในยุคที่สี่ ฐานความรู้ของคอมพิวเตอร์ในยุคที่ห้าจึงเป็นแหล่งรวมข้อมูลข่าวสารที่มีไว้ใช้สำหรับการแก้ปัญหาด้วยขบวนการถ่ายทอดความรู้ (inference)

ขบวนการถ่ายทอดความรู้อาศัยหลักการพื้นฐานของ inference rule และ independent fact โดยหลักการของ inference rule เป็นหลักการง่าย ๆ ทางลอจิก คือ if A is true, then B is true หรือ A → B ส่วน independent fact คือกฎความจริงที่เขียนขึ้นได้ เช่น A is true หรือตัวอย่างเช่น Plato is a Greek, Ada is Byron's daughter.

ในขบวนการถ่ายทอดความรู้จะอาศัยหลักการเชื่อมโยงเกี่ยวเนื่องกันเหมือนการเปิดพจนานุกรม โดยยึดหลักการพื้นฐานที่เรียกว่า Syllogism โดยเขียนเป็นกฎดังนี้

IF ○ THEN △
IF △ THEN □
IF □ THEN ☆

ดังนั้น

IF ○ THEN ☆

เราสามารถประยุกต์ใช้ได้อย่างง่าย ๆ เช่น

คำถาม Did Plato make mistake?

ความรู้ 1. Human beings make mistakes.
2. Greeks are human beings.
3. Plato was a Greek.

จากหลักการ Syllogism

IF Plato THEN Greek.
IF Greek THEN human beings.
IF human beings THEN make mistakes.

ดังนั้น Plato made mistake คือคำตอบ

ภาษาโปรล็อกสำคัญอย่างไร

ภาษาโปรล็อกเป็นภาษาที่นำโครงสร้างและกลไกการแก้ปัญหามาจากคณิตศาสตร์ลอจิกในแขนงที่เรียกว่า predicate logic ภาษาโปรล็อกเกี่ยวข้องกับหลักการ syllogism โดยตรง ทำให้เหมาะสมกับการแก้ปัญหาทางด้านความรอบรู้ โครงสร้างของภาษาโปรล็อกประกอบด้วย

- การบอกความจริง
- การกำหนดกฎ
- การถามปัญหา

ในการกำหนดความจริงใช้หลักการของการเขียนในรูปของ predicate ที่มี argument โดยมอง argument เสมือนเป็นออบเจกต์ เช่น

Dang is the father of Dum.

เมื่อเขียนด้วยภาษาโปรล็อกจะได้

father (Dang, Dum).

สำหรับการกำหนดกฎลองพิจารณาดูจากตัวอย่าง

If X is the mother of Y, then X is a parent of Y.

เมื่อเขียนเป็นภาษาโปรล็อกจะได้

```
parent (X,Y) :- mother (X,Y).
parent (X,Y) :- father (X,Y).
```

If X is the father of Y and Y is parent of Z, then X is grandfather of Z.

เมื่อเขียนเป็นภาษาโปรล็อกจะได้

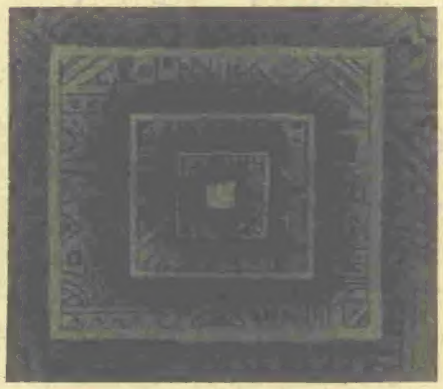
```
grandfather (X,Z) :- father (X,Y), parent (Y,Z).
```

คราวนี้มาถึงส่วนสุดท้ายของโปรล็อกคือการถามปัญหา เช่น ต้องการถามว่า Who is the father of Dum? เราถามได้ดังนี้

```
? father (X,Dum).
```

คอมพิวเตอร์ก็จะตอบว่า

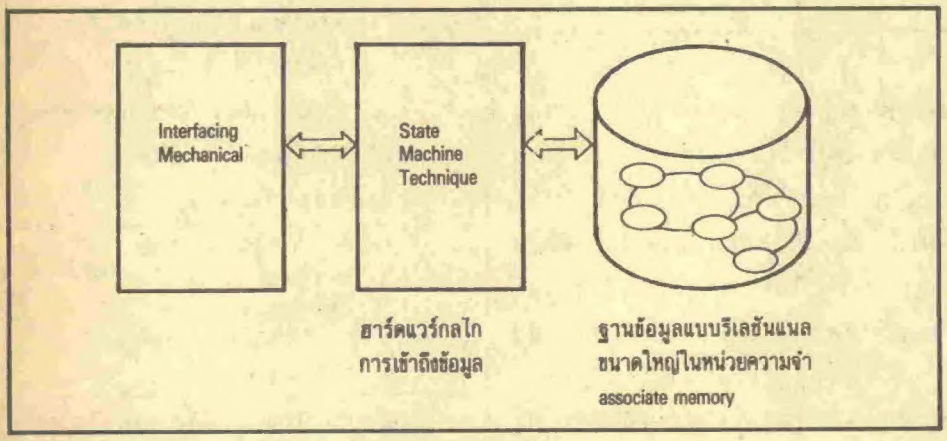
```
Dang
```



การเขียนด้วยภาษาโปรล็อกนี้มีขบวนการเหมือนกับความคิดที่มนุษย์ใช้อยู่ ซึ่งทำให้ระบบเขียนได้ง่ายกว่าการเขียนโปรแกรมแบบเดิม และมีความคล่องตัวอยู่มากในการเขียน

PSI แมชีน คอมพิวเตอร์ยุคที่ห้า

งานพัฒนาวิจัยของ ICOT ได้ดำเนินงานโดยวางเป้าหมายในการสร้างเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อาศัยกลไกของ



รูปที่ 14 กลไกการเข้าถึงฐานข้อมูลทางฮาร์ดแวร์

รูปที่ 15 DELTA แมชีน

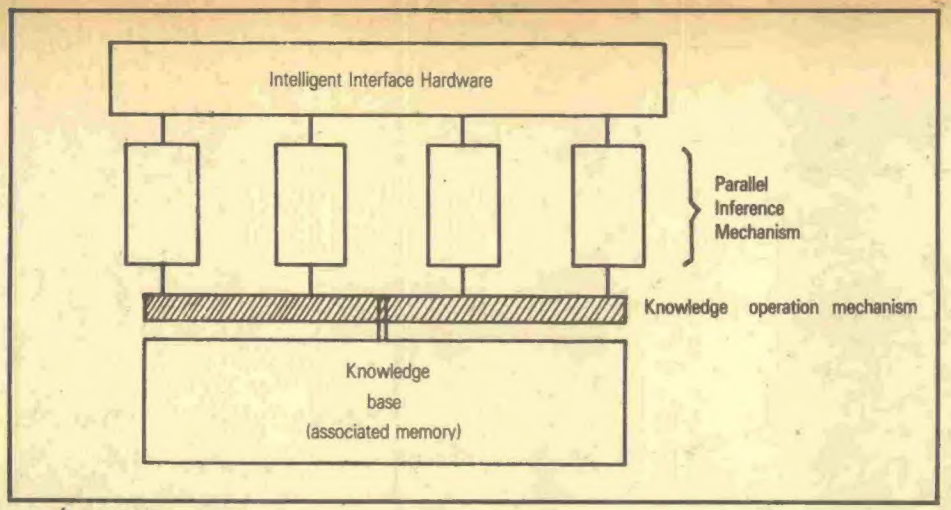
inference ICOT ได้พัฒนาเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็นโปรโตไทป์ของการจัดการข้อมูลแบบรีเลชันแนลก่อน และให้ชื่อว่า DELTA ลักษณะโครงสร้างของคอมพิวเตอร์จะเป็นดังรูปที่ 14 ส่วนรูปที่ 15 เป็นโฉมหน้ารูปลักษณ์ภายนอกของ DELTA

หลังจากนั้นต่อมาได้พัฒนา PSI Machine ซึ่งเป็นตัวอย่างของคำว่า Personal Sequential Inference ซึ่งเป็นเครื่องที่ทำงานภายใต้พื้นฐานสิ่งแวดล้อมของการโปรแกรมเชิงลอจิก

โครงสร้างของการเก็บความรู้จะเก็บลงในหน่วยความจำ ซึ่งมีการจัดหน่วยความจำแบบการเข้าถึงในลักษณะการค้นหาข้อมูลตรงตัว content addressable ซึ่งผิดกับโครงสร้างหน่วยความจำแบบวอน นอยแมนที่การเข้าถึงเป็นแบบอ้างอิงตำแหน่งแอดเดรส แล้วนำค่าในแอดเดรสออกมาใช้ การจัดหน่วยความจำที่อ้างอิงข้อมูลโดยตรงนี้เรียกว่า associated memory เป็นเทคนิคของการจัดการข้อมูลแบบรีเลชันแนลบนฮาร์ดแวร์ โครงสร้างของระบบเป็นดังรูปที่ 16

การสร้าง PSI แมชีนนี้ ICOT ได้วางเป้าหมายทางฮาร์ดแวร์หลักไว้ด้วยเทคโนโลยีวีแอลเอสไอ PSI แมชีนจึงเปรียบเสมือนคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งที่ใช้ขบวนการการเข้าถึงข้อมูลและการถ่ายทอดความรู้ออกมาด้วยความเร็วสูง รูปที่ 17 คือ PSI แมชีนเครื่องแรกของโลก

เป้าหมายของ ICOT คือนำ PSI



รูปที่ 16 โครงสร้างของ PSI แมชีน

รูปที่ 17 PSI แมชีนเครื่องแรกของโลก

แมชีนมาขนานกันโดยแต่ละตัวเป็นหนึ่งโปรเซสเซอร์ที่ขนานกันมากกว่า 1,000 โปรเซสเซอร์ โดยขีดความสามารถของเครื่องที่ต้องการคือ

- ใช้โปรเซสเซอร์ 1,000 โปรเซสเซอร์
- มีความเร็ว 100 MLIPS ถึง 1 GLIPS (LIPS คือหน่วยทาง logical Inference process)
- ใช้ฐานความรู้ขนาดใหญ่มาก และค้นหาได้ด้วยความเร็วสูง
- เทคโนโลยีทั้งหมดเป็น VLSI

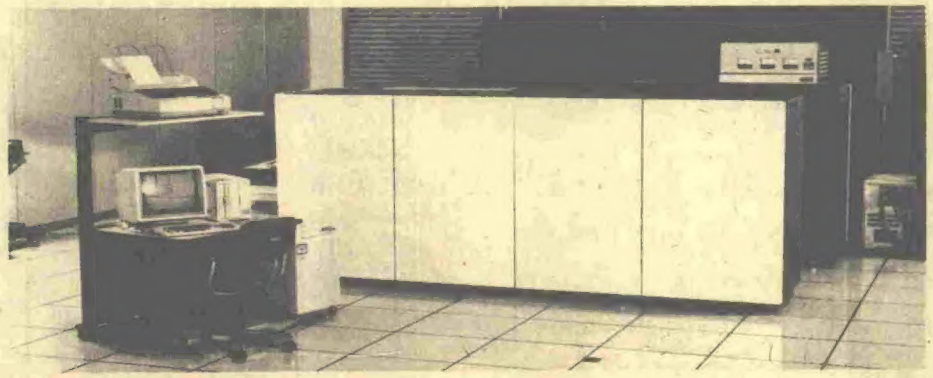
ปัจจุบันเครื่องคอมพิวเตอร์ยุคที่ห้าที่จัดแสดงไว้ ณ สถาบัน ICOT ใส่โปรเซสเซอร์จำนวน 64 ตัว เพื่อเป็นเครื่องทดสอบขีดความสามารถต่าง ๆ รูปที่ 18 เป็น PSI แมชีนที่มีโปรเซสเซอร์ 64 ตัว ตั้งแสดงอยู่ที่สถาบัน ICOT เช่นเดียวกัน

โครงสร้างทางซอฟต์แวร์

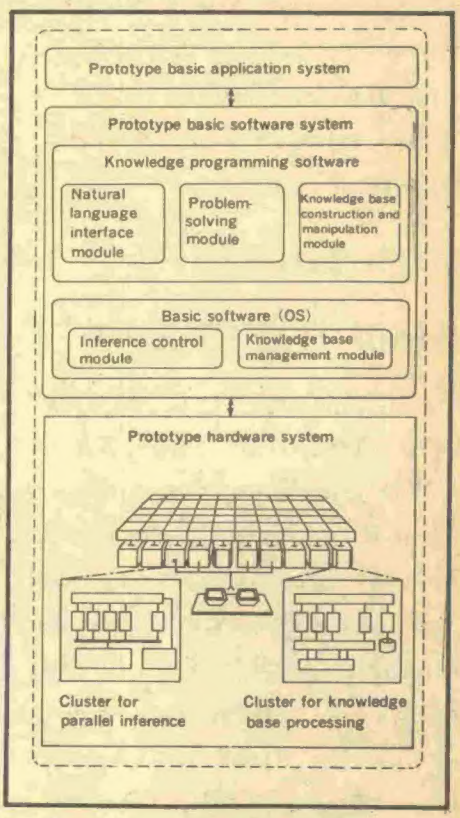
โครงสร้างซอฟต์แวร์ประกอบด้วยโปรแกรมจัดระบบงานที่ชื่อว่า SIMPOS สนับสนุนภาษาโปรล็อกซึ่งเป็นภาษาระดับแก่นหรือ Kernel Language และใช้ชื่อว่า KLO ผู้ใช้งานจะใช้ผ่านทางภาษาโปรล็อกนี้ ครั้นต่อมาเมื่อนำโปรเซสเซอร์มาต่อขนานก็พัฒนาโปรแกรมจัดระบบงานเป็น PIMOS-Parallel Inference Machine Operating System และพัฒนาโปรล็อกเป็น KL-1 โครงสร้างของซอฟต์แวร์จะเป็นดังนี้

ภาษาสำหรับผู้ใช้	ESP	KL-1-V
ภาษาในระดับแก่น	KLO	KL-1-C
โอเอส	SIMOS	PIMOS
ฮาร์ดแวร์	PSI	PSI แบบขนานหลายโปรเซสเซอร์

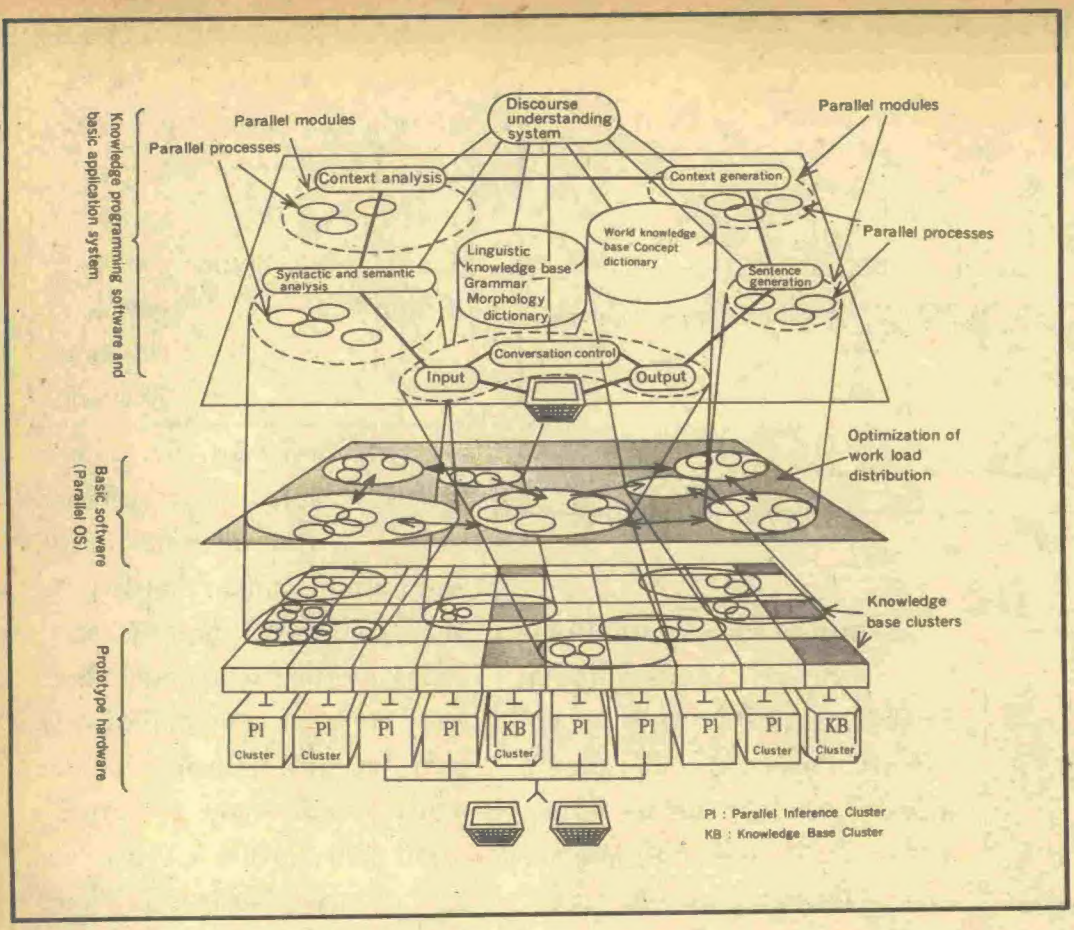
รูปที่ 19 จึงอธิบายถึงโครงสร้างฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของคอมพิวเตอร์ยุคที่ 5 โปรแกรมประยุกต์ทั้งหมดเขียนขึ้นเพื่อประยุกต์แก้ปัญหาทาง AI ขณะที่ผู้เขียนเข้าชมงานที่สถาบัน ICOT ได้มีการแสดงการประมวลผลแก้ปัญหาเรื่องการหาเส้นทางเดินทางที่ดีสำหรับสถานที่สองแห่งบนแผนที่โตเกียว และการประมวลผลภาษาธรรมชาติในรูปแบบการทำ parser ของประโยคภาษาธรรมชาติ งานประยุกต์เครื่องคอมพิวเตอร์ในยุคที่ห้านี้เป็นงานที่กำลังพัฒนากัน ซึ่งงานที่สำคัญงานหนึ่งชื่อว่า DUALS-



รูปที่ 18 PSI แมชีนขนาด 64 โปรเซสเซอร์ตั้งแสดงอยู่ที่สถาบัน ICOT



รูปที่ 19 โครงสร้างฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของคอมพิวเตอร์ยุคที่ห้า



รูปที่ 20 โมเดลของความเข้าใจภาษาธรรมชาติแบบประโยคต่อเนื่อง

Discourse Understanding Aimed at Logic based System ซึ่งปัจจุบันสามารถทำความเข้าใจประโยคต่อเนื่องกันได้ 200 ประโยคที่มีคำ 4,000 คำ ขั้นตอนการทำความเข้าใจจะเป็นไปตามโมเดลในรูปที่ 20

งานโครงการต่าง ๆ ในคอมพิวเตอร์ยุคที่ห้า

มิได้มีเพียงญี่ปุ่นประเทศเดียวที่ให้ความสนใจพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ยุคที่ห้า บริษัทชั้นนำทางด้านคอมพิวเตอร์หลาย ๆ แห่งเล็งเห็นปัญหาของคอมพิวเตอร์ตามโมเดลของวอน นอยแมน และความสำคัญของการประยุกต์คอมพิวเตอร์ในงานทางด้านปัญญาประดิษฐ์ จึงได้จัดตั้งโครงการพัฒนาคอมพิวเตอร์ยุคที่ห้านี้ขึ้น บางบริษัทอาจพัฒนาขึ้นเป็นการลับเฉพาะภายในบริษัทเท่านั้น

โครงการคอมพิวเตอร์ยุคที่ห้าที่นับได้ว่าเป็นโครงการใหญ่และเปิดเผยต่อสาธารณชนมีหลายโครงการ ทั้งในประเทศแถบยุโรปและอเมริกา เช่น

โครงการ MCC เป็นตัวย่อของ Microelectronics Computer Technology Corporation โดยความร่วมมือของบริษัทชั้นนำในสหรัฐอเมริกา จำนวน 18 บริษัท เช่น DEC, CDC, UNIVAC ฯลฯ ทำการค้นคว้าวิจัยโดยส่งนักวิจัยชั้นนำกว่า 100 คนเข้าร่วมโครงการ ใช้เงินลงทุนกว่า 2,000 ล้านบาทโดยกำหนดระยะเวลาไว้ 10 ปี

โครงการ DARPA ดำเนินงานโดยกระทรวงกลาโหมของสหรัฐอเมริกา ตั้งเป้าหมายเพื่อมุ่งมั่นพัฒนาซูเปอร์คอมพิวเตอร์และงานทางด้านปัญญาประดิษฐ์

โครงการ Alvey เป็นโครงการที่รัฐบาลอังกฤษร่วมมือกับบริษัทผู้ผลิตคอมพิวเตอร์ชั้นนำและมหาวิทยาลัยในอังกฤษ เริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1983 โดยใช้เงินลงทุนกว่า 1,000 ล้านบาท

โครงการ ESPRIT ดำเนินการโดยประเทศกลุ่มตลาดร่วมยุโรปหรือที่เรียกสั้น ๆ ว่า EEC โดยมีบริษัทคอมพิวเตอร์ชั้นนำทางแถบยุโรปร่วมโครงการ เช่น ฟิลิปส์, ซีเมนส์, GEC เป็นต้น โครงการนี้ก่อตั้งเมื่อปี ค.ศ. 1984 โดยใช้เงินลงทุนกว่า 9,000 ล้านบาท

ความสำเร็จ?

อย่างไรก็ตามทุกโครงการใฝ่ฝันที่จะได้คอมพิวเตอร์ชั้นเยี่ยม สามารถทำงานและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้เหมือนมนุษย์ เป็นเรื่องที่หลายแห่งดำเนินการอย่างจริงจัง แต่แฝงไว้กับการประชาสัมพันธ์อยู่ด้วย งานค้นคว้าวิจัยถึงแม้จะไม่สำเร็จสมตามความมุ่งหมาย อย่างน้อยก็ได้มีการพัฒนาทางวิชาการเพิ่มขึ้นอีกระดับหนึ่ง